

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-137987

(43)Date of publication of application : 14.05.2002

(51)Int.Cl.

C30B 15/14
C30B 29/06

(21)Application number : 2000-327120

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD
MITSUBISHI MATERIALS SILICON CORP

(22)Date of filing : 26.10.2000

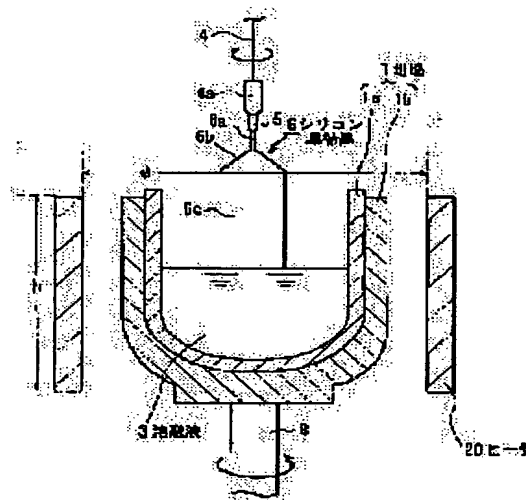
(72)Inventor : AKASHI YOSHIHIRO

(54) SILICON SINGLE CRYSTAL PULL UP DEVICE, METHOD OF MANUFACTURING SILICON SINGLE CRYSTAL USING THAT DEVICE AND SILICON SINGLE CRYSTAL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a silicon single crystal pull up device which is able to increase pulling up speed of the single crystal so that the R-OSF appears on a periphery of crystal surface orthogonal to a pulling up direction even in the case of growing silicon single crystal with a large diameter.

SOLUTION: In the silicon single crystal pull up device for manufacturing the crystal of ≥ 300 mm in diameter, the ratio of internal diameter to height of a heater 20 surrounding the crucible 1 is set at ≥ 1.5 .



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-137987

(P2002-137987A)

(43) 公開日 平成14年5月14日 (2002.5.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード (参考)
C 3 0 B 15/14		C 3 0 B 15/14	4 G 0 7 7
29/06	5 0 2	29/06	5 0 2 E

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-327120(P2000-327120)

(22) 出願日 平成12年10月26日 (2000. 10. 26)

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(71) 出願人 000228925

三菱マテリアルシリコン株式会社

東京都千代田区大手町一丁目5番1号

(72) 発明者 明石 義弘

佐賀県杵島郡江北町大字上小田2201番地

住友金属工業株式会社シックス事業本部
内

(74) 代理人 100096080

弁理士 井内 龍二

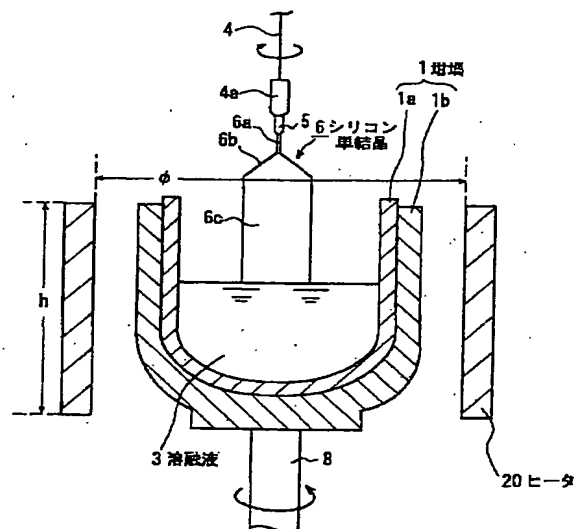
Fターム (参考) 4G077 AA02 BA04 CF10 EA02 EG18
HA12

(54) 【発明の名称】 シリコン単結晶引き上げ装置、該装置を使用したシリコン単結晶の製造方法、及びシリコン単結晶

(57) 【要約】

【課題】 大口径のシリコン単結晶を育成する場合であっても、R-OSF の発生位置が引き上げ方向に対して直交する結晶面内の外周部にくるように単結晶の引き上げ速度を上げることができるシリコン単結晶引き上げ装置を提供すること。

【解決手段】 CZ法により直径が300mm以上のシリコン単結晶を製造するシリコン単結晶引き上げ装置において、坩堝1の周囲に配置されるヒータ20の内径と高さの比を1.5以上にする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 CZ法により直径が300mm以上のシリコン単結晶を製造するシリコン単結晶引き上げ装置において、
坩堝の周囲に配置されるヒータの内径と高さの比が1.5以上であることを特徴とするシリコン単結晶引き上げ装置。

【請求項2】 請求項1記載のシリコン単結晶引き上げ装置を使用し、引き上げ方向に対して直交する単結晶面内に現れる酸化誘起積層欠陥リングの内径が単結晶径の93%以上の位置に位置させるようにシリコン単結晶を引き上げることとを特徴とするシリコン単結晶の製造方法。

【請求項3】 シリコン単結晶の直径が300mm以上であって、引き上げ方向に対して直交する単結晶面内に現れる酸化誘起積層欠陥リングの内径が単結晶径の93%以上であることを特徴とするシリコン単結晶。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体材料として使用されるシリコン単結晶を引き上げるためのシリコン単結晶引き上げ装置、該装置を使用したシリコン単結晶の製造方法、及びシリコン単結晶に関する。

【0002】

【従来の技術】シリコン単結晶を成長させるには種々の方法があるが、その一つにチョクラルスキー法（以下、CZ法と記す）と呼ばれる単結晶育成方法がある。図4は、CZ法に用いられる単結晶引き上げ装置を模式的に示した断面図であり、図中1は坩堝を示している。

【0003】この坩堝1は、有底円筒形状の石英製坩堝1aと、この石英製坩堝1aの外側に嵌合された、同じく有底円筒形状の黒鉛製坩堝1bとから構成されており、坩堝1は、図中の矢印A方向に所定の速度で回転する支持軸8に支持されている。この坩堝1の外側には、抵抗加熱式のヒータ2、このヒータ2の外側には、保温筒7が同心円状に配置されており、坩堝1内には、このヒータ2により熔融させた単結晶シリコン原料の熔融液3が充填されるようになっている。また、坩堝1の中心軸上には、引き上げ棒あるいはワイヤー等からなる引き上げ軸4が吊設されており、この引き上げ軸4の先に保持具4aを介して、種結晶5が取り付けられるようになっている。また、これら部材は、圧力の制御が可能な水冷式のチャンバ9内に納められている。

【0004】上記したシリコン単結晶引き上げ装置を用いて単結晶6を引き上げて製造する方法について説明する。まず、チャンバ9内を減圧し、次に不活性ガスを導入してチャンバ9内を減圧の不活性ガス雰囲気とし、その後ヒータ2により結晶用原料を熔融させ、しばらく放置して熔融液3中のガスを十分に放出する。

【0005】次に、支持軸8と同一軸心で逆方向に、所

定の速度で引き上げ軸4を回転させながら、保持具4aに取り付けられた種結晶5を降下させて熔融液3に着液させ、種結晶5を熔融液3に馴染ませた後、種結晶5の下端に単結晶6を成長させていく。

【0006】単結晶6の育成の際、まず単結晶6を無転位化するためにシード絞り（ネック6aの形成）を行ない、その後、ボディ部6cで必要な直径の単結晶6を得るためにショルダー部6bを育成する。単結晶6が求める直径になったところで肩変えを行ない、直径を一定にしてボディ部6cを育成する。ボディ部6cを所定の長さまで育成すると、無転位の状態で単結晶6を熔融液3から切り離すためにティル絞りを行なう。その後、熔融液3から切り離した単結晶6を、所定の条件で冷却する。このようにして得られた単結晶6から加工製造されたシリコンウェーハは、種々の半導体デバイスの基板材料として用いられる。

【0007】上述した工程を経て引き上げられたシリコン単結晶中には、赤外散乱体（COP、FPD）や転位クラスター等と称される欠陥が存在していることがある。これら欠陥は、その後の熱処理により結晶内に新たに形成されたものではなく、grown-in欠陥とも呼ばれ、結晶引き上げ中に既に形成されていたものである。

【0008】図5は、単結晶育成時における引き上げ速度と結晶欠陥の発生位置との一般的な関係を示した模式図である。図5に示したように、熱処理誘起欠陥の一種である酸化誘起積層欠陥（OSF：Oxidation-induced Stacking Fault）のリング領域12の内側には、結晶育成後の評価で観察されるgrown-in欠陥のうちの赤外散乱体11が検出され、リング領域12の外側にはgrown-in欠陥のうちの転位クラスター14と呼ばれる欠陥が検出され、積層欠陥リング（R-OSF）12に近接する外側には無欠陥領域13が存在する。また、R-OSF12の発生領域は、単結晶育成中の引き上げ速度に依存しており、引き上げ速度を大きくしていくと、R-OSF12が現れる領域が結晶の内側から外側へと移動していく。

【0009】上述したOSFは、酸化熱処理時に生じる格子間型の転位ループであり、デバイスの活性領域であるウェーハ表面に生成、成長した場合には、リーク電流の原因となり、デバイス特性を劣化させる欠陥となる。このため従来から、単結晶の育成時にR-OSF12の発生位置が結晶の最外周に分布するように比較的高速の引き上げ速度で育成された単結晶が多く製造されていた。

【0010】これらR-OSF12の位置を結晶面内の最外周に分布させた単結晶では、R-OSF12の内側に赤外散乱体11が存在するが、そのサイズ及び密度をコントロールすることによってデバイス形成用ウェーハの製造を可能にしている。さらに、このタイプのウェーハは安価に作製できることが特徴であり、それゆえ多くのメモリーメーカーで使用されている。

【0011】また、ウェーハ面内の性質が一樣な方がチ

ップの作製が容易であり、結晶面内の内側領域にR-OSF 12が存在するものでは、上記したようにR-OSF 12を境に品質が異なるためにデバイスの製造歩留が低下する問題もある。したがって、R-OSF 12の位置を結晶の最外周に分布させたウェーハが現在の主流となっている。そこで、このR-OSF 12の位置を結晶面内の外側にコントロールするために、種々の方法が提案されている。

【0012】例えば、特許第2800482号公報には、引き上げ装置を改良して、単結晶の引き上げ速度を0.8~1.1mm/minの範囲内に規定し、単結晶自体の冷却速度を遅くして、単結晶内部の積層欠陥及び/又は微小欠陥の生成を効果的に抑止し、かつR-OSFの発生も抑止し、さらに酸化膜耐圧特性の低下も防止することができるシリコン単結晶の製造方法が開示されている。

【0013】また、特開平11-157995号公報においては、やはりR-OSFの発生位置をコントロールするために、単結晶育成時の引き上げ速度(V)と、引き上げ軸方向の結晶内温度勾配(G)の比、 V/G 値(mm²/°C・min)を適切に制御することによってR-OSFの半径をほぼ一義的に定めることができ、R-OSFの発生領域を調整できることが開示されている。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、近年の半導体デバイスの高集積化、低コスト化及び生産性の効率化に対応して、シリコンウェーハも大口径化が要求されており、最近では、例えば直径約12インチ(300mm)以上の大口径のシリコン単結晶の製造が望まれている。従来のように直径が200mm以下の単結晶を製造するのであれば、上記したような V/G 値のコントロールは比較的容易であり、任意の装置条件においてR-OSF 12の発生領域を結晶面の外側に設定することが可能であったが、直径300mm以上のシリコン単結晶を製造するとなると、R-OSF 12の発生領域を結晶面の外側にするために引き上げ速度を一定値以上に設定することが困難になるという課題が生じた。

【0015】これは、ある単結晶引き上げ装置(この時点でGが決まる)に対し、引き上げ速度(V値)をある値以上に上げることができなくなるためであり、つまり、単結晶径が増大すると、成長単結晶の表面積は直線的に増大するので放熱量は単結晶径の増大に直線的に比例することになるが、単結晶の熱容量は単結晶径の2乗に比例する単結晶化体積に比例するので、単結晶中心部が冷却されにくくなり、最大結晶成長速度が小さくなるため引き上げ速度をある値以上に上げることができなくなる。このように単結晶径の大口径化に伴って、単結晶が著しく冷却されにくくなることから、R-OSF 12を結晶面の外側に位置するように引き上げ速度を上げようとすると、所定の単結晶径を維持することができなくなる。

【0016】すなわち、引き上げられた単結晶は、図6(b)に示したようにきれいな円筒形状をしていることが望ましいが、R-OSFを結晶面の外側に位置させるべく引き上げ速度を上げていくと(a)に示したように単結晶にくねり(ねじれとも言う)を生じ、いびつな形状となり易く、後工程においてウェーハの製造が困難になるだけでなく、結晶成長そのものに支障をきたす症状が頻繁にみられた。

【0017】本発明は上記課題に鑑みなされたものであり、大口径のシリコン単結晶を育成する場合であっても、R-OSFの発生位置が引き上げ方向に対して直交する結晶面内の外周部にくるように単結晶の引き上げ速度を上げることができるシリコン単結晶引き上げ装置、該装置を使用したシリコン単結晶の製造方法、及びシリコン単結晶を提供することを目的としている。

【0018】

【課題を解決するための手段及びその効果】上記目的を達成するために、本発明に係るシリコン単結晶引き上げ装置は、CZ法により直径が300mm以上のシリコン単結晶を製造するシリコン単結晶引き上げ装置において、坩堝の周囲に配置されるヒータの内径と高さの比が1.5以上であることを特徴としている。

【0019】上記シリコン単結晶引き上げ装置によれば、ヒータの内径が高さに比べて相対的に大きく、熔融液の半径方向の温度勾配を増大させることができる。すなわち、熔融液の半径方向の温度勾配の増大は、熔融液の過冷却度の増加につながり、この過冷却度の増加により結晶成長速度を大きくすることができる。また、従来の装置と比べて、ヒータの内径と高さとの比を変えるだけで良いので、コストアップを招くこともなくR-OSFの発生位置が引き上げ方向に対して直交する結晶面内の外周部に位置する大口径の良質のシリコン単結晶を引き上げることができる。

【0020】また、本発明に係るシリコン単結晶の製造方法は、前記シリコン単結晶引き上げ装置を使用し、引き上げ方向に対して直交する単結晶面内に現れる酸化誘起積層欠陥リングの内径が単結晶径の93%以上の位置に位置させるようにシリコン単結晶を引き上げることとを特徴としている。

【0021】上記シリコン単結晶の製造方法によれば、前記シリコン単結晶引き上げ装置を使用することから、単結晶成長速度を上げても単結晶にくねり等を生じることがなく、R-OSFの内径を単結晶径の93%以上の位置に位置させるように単結晶を引き上げることで、引き上げ方向に対して直交する単結晶面内の結晶品質が均一な大口径のシリコン単結晶を製造することができる。

【0022】また、本発明に係るシリコン単結晶は、シリコン単結晶の直径が300mm以上であって、引き上げ方向に対して直交する単結晶面内にリング状に現れる酸化誘起積層欠陥の内径が単結晶径の93%以上である

ことを特徴としている。上記シリコン単結晶によれば、大口径の単結晶においても結晶面内の内側領域にR-OSFが存在しないので、結晶面の品質が一般的なシリコンウェーハを作製することができ、デバイスの製造歩留を向上させることができ、より安価なシリコンウェーハを提供することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るシリコン単結晶引き上げ装置、該装置を使用したシリコン単結晶の製造方法、及びシリコン単結晶の実施の形態を図面に基

10 いて説明する。
【0024】実施の形態に係るシリコン単結晶引き上げ装置は、直径300mm以上の大口径単結晶の引き上げを前提とし、ヒータの内径と高さの比を変えている点を除いては、図6に示した従来の単結晶引き上げ装置と同様に構成されており、同一の機能を有する部品については同一の符号を付してその説明を省略し、ここではヒータに関連する部分のみの説明を行うこととする。

【0025】図1は、実施の形態に係るシリコン単結晶引き上げ装置の要部を模式的に示した断面図である。ヒータ20は、坩堝1の外側に配置されており、ヒータ20の内径 ϕ と高さ h の比（ヒータアスペクト比： ϕ/h ）は1.5以上に設定されている。ヒータアスペクト比が1.5未満であると、最大結晶成長速度を上げることができず、得られたシリコン単結晶6の引き上げ方向に対して直交する結晶面内に現れるR-OSF 12（図5）が結晶面内の内側領域に位置し、品質の均一なシリコンウェーハを得ることができない。

【0026】また、ヒータアスペクト比の調整は、ヒータ20の内径 ϕ を調整する方法、ヒータ20の高さ h を調整する方法、ヒータ20の内径 ϕ と高さ h との両者を調整する方法いずれでも良く、任意の引き上げ装置に合った調整方法を選べば良い。

【0027】上記シリコン単結晶引き上げ装置によれば、ヒータ20の内径 ϕ がヒータ20の高さ h に比べて相対的に大きく、熔融液3の半径方向の温度勾配を増大させることができる。すなわち、半径方向の温度勾配の増大は、熔融液3の過冷却度の増加につながり、この過冷却度の増加により結晶成長速度を大きくすることができる。また、従来の装置と比べて、ヒータ20の内径 ϕ と高さ h との比を変えるだけで良いので、コストアップを招くこともなく、R-OSFの発生位置が引き上げ方向に対して直交する結晶面内の外周部にくる大口径の良質のシリコン単結晶を引き上げることができる。

【0028】次に、上記実施の形態に係るシリコン単結晶引き上げ装置を用いたシリコン単結晶の製造方法について説明する。実施の形態に係るシリコン単結晶の製造方法は、「従来の技術」の項で説明した方法と同様の方法で行うことができ、ここではボディ部6cを形成する段階の説明を主に行う。

【0029】種結晶5を所定の速度で引き上げ、シリコン単結晶6を無転位化するためにシード絞り（ネック6aの形成）を行ない、その後、シリコン単結晶6を所定の径（12インチ程度）まで成長させるショルダー部6bの形成を行い、その後、R-OSFの内径が単結晶径の93%以上に位置するように引き上げ速度を制御しながらシリコン単結晶6を引き上げてボディ部6cを形成する。ボディ部6cを所定の長さまで育成すると、無転位の状態ではシリコン単結晶6を熔融液3から切り離すためにティル絞りを行なう。その後、熔融液3から切り離れたシリコン単結晶6を、所定の条件で冷却する。

【0030】ボディ部6cを形成する際の引き上げ速度としては0.6~1mm/minの範囲でシリコン単結晶6を引き上げることが望ましい。引き上げ速度が1mm/minを越えると、R-OSF内側に生じる微小欠陥である赤外散乱体の密度およびサイズが大きくなり、酸化膜耐圧特性を劣下させるので好ましくない。また、引き上げ速度が0.6mm/minに達しないとR-OSFが結晶面内の内側領域に発生して、品質の均一な良質のシリコンウェーハを得ることができなくなり、好ましくない。

【0031】上記シリコン単結晶の製造方法によれば、ヒータ20の内径 ϕ と高さ h の比（ ϕ/h ）が1.5以上に設定されたシリコン単結晶引き上げ装置を使用することから、結晶成長速度を上げててもシリコン単結晶6にくねり等を生じることがなく、R-OSF 12の内径を単結晶径の93%以上の位置に位置させるようにシリコン単結晶6を引き上げることで、引き上げ方向に対して直交する単結晶面内の結晶品質が均一な大口径のシリコン単結晶を製造することができる。

【0032】また、上記実施の形態に係る製造方法で得られたシリコン単結晶6によれば、直径が300mm以上であっても引き上げ方向に対して直交する結晶面内に生じるR-OSFの内径を結晶径の93%以上にすることができ、大口径の単結晶においても結晶面内の内側領域にR-OSFが存在することなく、結晶面の品質が一般的な直径300mm以上のシリコンウェーハを作製することができ、デバイスの製造歩留を向上させることができ、より安価なシリコンウェーハを提供することができることとなる。

【0033】

【実施例及び比較例】以下、実施例に係るシリコン単結晶引き上げ装置、該装置によるシリコン単結晶の製造方法、及びシリコン単結晶について説明する。実施例及び比較例は、上記実施の形態に係るシリコン単結晶引き上げ装置を用い、装置内のヒータ20のみ、ヒータアスペクト比（内径 ϕ /高さ h ）を変更したものを使用して単結晶の引き上げを実施した。以下に、引き上げ条件を示す。

50 【0034】

【実施例 1、2 及び比較例 1、2 に共通の条件】

原料シリコンの仕込み量： 200Kg

チャンバ内の雰囲気： Ar 雰囲気

Ar の流量： 100 リットル/分

炉内圧力： 400 Pa

石英坩堝の内径： 26 インチ

引き上げる単結晶の形状

直径： 310mm

【0035】下記の表 1 に、実施例 1、2 及び比較例 *

	比較例 1	比較例 2	実施例 1	実施例 2
ヒータの内径 (mm)	710	710	710	710
ヒータの高さ (mm)	590	510	470	420
ヒータアスペクト比	1.2	1.4	1.5	1.7

【0037】図 2 は、ヒータアスペクト比が最大結晶成長速度と R-OSF の発生位置に与える影響について示している。ヒータアスペクト比が 1.5 よりも小さい比較例 1、2 の場合は、実施例 1、2 の場合よりも最大結晶成長速度が小さくなっている。

【0038】また、比較例 1、2 における R-OSF の発生位置 (As grown 状態のウェーハに Cu を塗布し、次に 900℃ で熱処理し、各欠陥領域を顕在化した後に X 線トポグラフ写真により観察する) は、実施例 1、2 の場合と比べ、結晶面内の内側に発生していることが分かる。

【0039】これからヒータアスペクト比を大きくするほど結晶成長速度を大きくでき、引き上げ方向に対して直交する結晶面内に存在する R-OSF の位置を外側に移動させることができることがわかる。又、R-OSF の発生位置を目的とする結晶径の 93% 以上にする為には、ヒータアスペクト比が 1.5 以上、必要であることがわかる。

【0040】又、図 3 は、実施例及び比較例におけるヒータアスペクト比と引き上げ軸方向の結晶端温度について熱伝導解析プログラムにてシミュレーション計算した結果を示している。比較例 1、2、実施例 1、2 とともにヒータアスペクト比を変化させても引き上げ軸方向に対する結晶端温度分布に差はなく、結晶熱履歴 (つまり引き上げ軸方向に関する温度勾配) は変化していないことが分かる。これはヒータアスペクト比を増大させても温度勾配は変化せず、結晶成長速度のみを増大させることができることを意味しており、R-OSF の発生位置を決定する V/G 値を大きくして、R-OSF の発生位置を結晶面の外周部に限定することができることを示している。

* 1、2 におけるヒータ 20 の内径、高さ、及びヒータアスペクト比を示す。

【0036】

【表 1】

【0041】上記実施例により、大口径のシリコン単結晶を引き上げる単結晶引き上げ装置において、使用するヒータのアスペクト比を 1.5 以上にする事により、結晶成長速度を大きくすることができ、引き上げ方向に対して直交する結晶面内に発生する R-OSF の内径が結晶径の 93% 以上あるシリコン単結晶を製造することができ、証明することができた。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態に係るシリコン単結晶引き上げ装置の要部を模式的に示した断面図である。

【図 2】実施例及び比較例におけるヒータアスペクト比に対する最大結晶成長速度と R-OSF 位置の影響について示した図である。

【図 3】実施例及び比較例におけるヒータアスペクト比と引き上げ軸方向の結晶端温度との関係について示した図である。

【図 4】従来のシリコン単結晶引き上げ装置を模式的に示した断面図である。

【図 5】シリコン単結晶育成時における引き上げ速度と結晶欠陥の発生位置との一般的な関係を示した模式図である。

【図 6】(a) はシリコン単結晶引き上げ後の外形に異常の生じた単結晶、(b) は正常な単結晶を示す写真である。

【符号の説明】

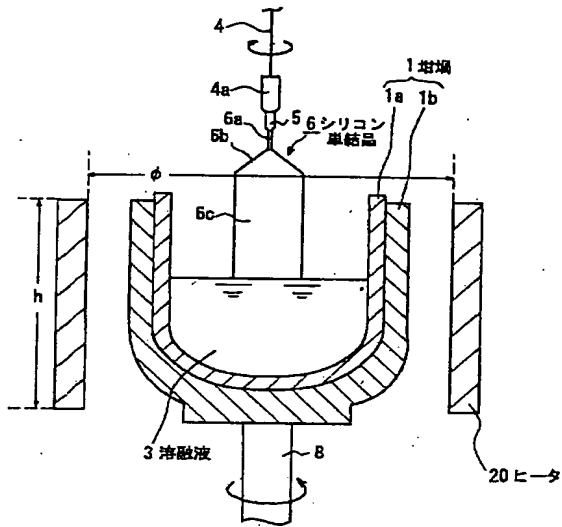
1 坩堝

3 熔融液

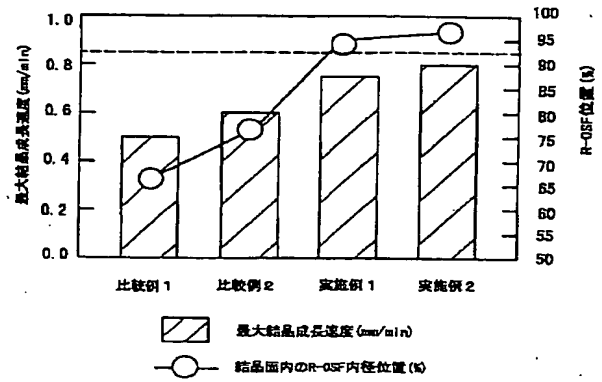
6 シリコン単結晶

20 ヒータ

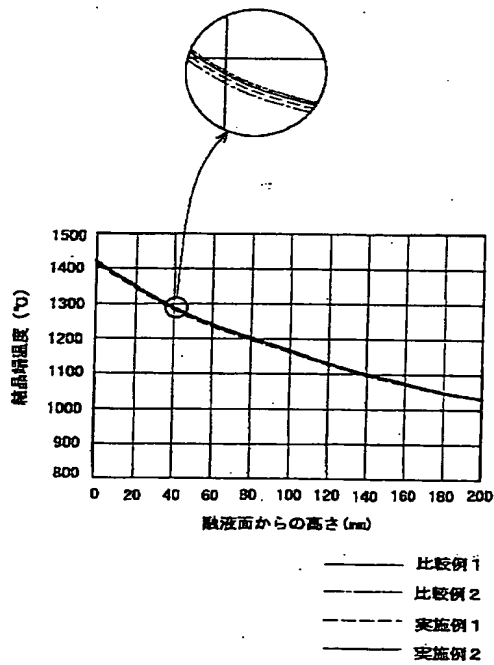
【図1】



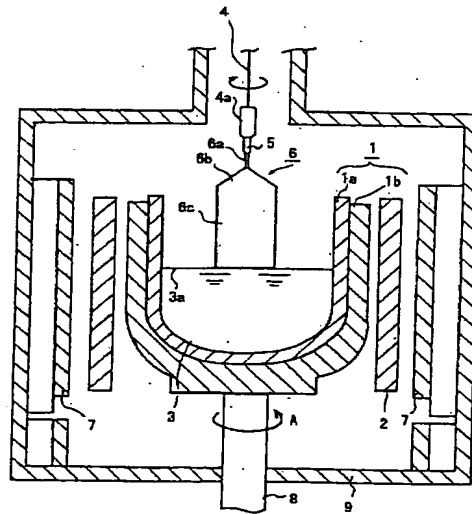
【図2】



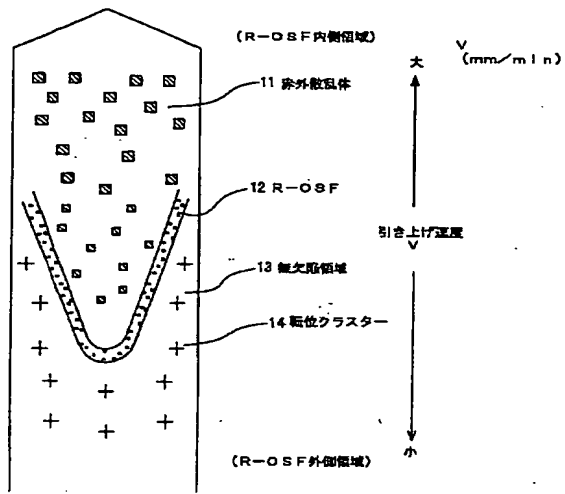
【図3】



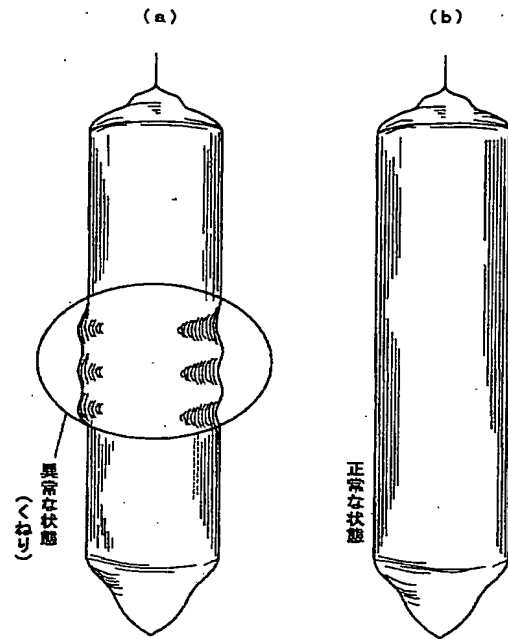
【図4】



【図5】



【図6】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-137987

(43)Date of publication of application : 14.05.2002

(51)Int.Cl.

C30B 15/14

C30B 29/06

(21)Application number : 2000-327120

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD
MITSUBISHI MATERIALS SILICON
CORP

(22)Date of filing : 26.10.2000

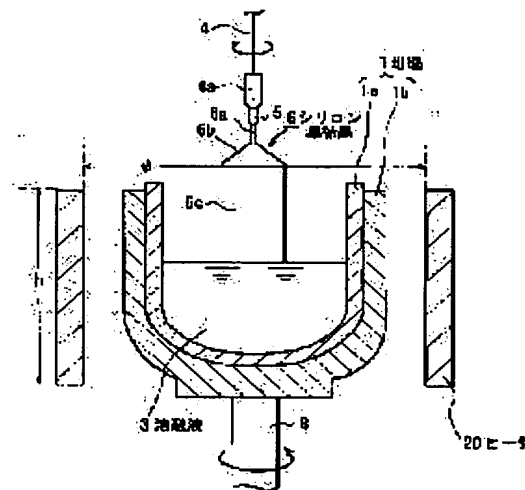
(72)Inventor : AKASHI YOSHIHIRO

(54) SILICON SINGLE CRYSTAL PULL UP DEVICE, METHOD OF MANUFACTURING SILICON SINGLE CRYSTAL USING THAT DEVICE AND SILICON SINGLE CRYSTAL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a silicon single crystal pull up device which is able to increase pulling up speed of the single crystal so that the R-OSF appears on a periphery of crystal surface orthogonal to a pulling up direction even in the case of growing silicon single crystal with a large diameter.

SOLUTION: In the silicon single crystal pull up device for manufacturing the crystal of ≥ 300 mm in diameter, the ratio of internal diameter to height of a heater 20 surrounding the crucible 1 is set at ≥ 1.5 .



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Silicon single crystal raising equipment characterized by the bore of a heater and the ratio of height which are arranged around crucible being 1.5 or more in the silicon single crystal raising equipment to which a diameter manufactures a silicon single crystal 300mm or more by the CZ process.

[Claim 2] The manufacture approach of the silicon single crystal characterized by pulling up a silicon single crystal so that the bore of the oxidation induction stacking-fault ring which appears in the single crystal side which uses silicon single crystal raising equipment according to claim 1, and intersects perpendicularly to the raising direction may make it located in 93% or more of location of the diameter of a single crystal.

[Claim 3] The silicon single crystal characterized by for the diameter of a silicon single crystal being 300mm or more, and the bore of the oxidation induction stacking-fault ring which appears in the single crystal side which intersects perpendicularly to the raising direction being 93% or more of a diameter of a single crystal.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of the silicon single crystal which used the silicon single crystal raising equipment for pulling up the silicon single crystal used as a semiconductor material, and this equipment, and a silicon single crystal.

[0002]

[Description of the Prior Art] Although there is the approach of versatility [grow up / a silicon single crystal], there is the single-crystal-growth approach called the Czochralski method (it is hereafter described as a CZ process) to one of them. Drawing 4 is the sectional view having shown typically the single crystal raising equipment used for a CZ process, and one in drawing shows crucible.

[0003] It is supported by the support [by which fitting of this crucible 1 was carried out to the outside of closed-end cylindrical shape-like crucible 1 made from quartz a, and this crucible 1 made from quartz a] shaft 8 which closed-end cylindrical shape-like crucible 1 made from graphite b is similarly consisted of, and crucible 1 rotates at the rate of predetermined in the direction of arrow-head A in drawing. The heat insulating mould 7 is arranged by the outside of this crucible 1 on the resistance heating-type heater 2 and the outside of this heater 2 concentric circular, and it fills up with the melting liquid 3 of the single-crystal-silicon raw material which carried out melting at this heater 2 in crucible 1 at it. Moreover, on the medial axis of crucible 1, the raising shaft 4 which consists of a raising rod or a wire is hung, and seed crystal 5 is attached in the point of this raising shaft 4 through holder 4a. Moreover, these members are dedicated in the chamber 9 of the water cooling type which can control a pressure.

[0004] How to pull up and manufacture a single crystal 6 using the above-mentioned silicon single crystal raising equipment is explained. First, the inside of a chamber 9 is decompressed, and next inert gas is introduced, it considers as the inert gas ambient atmosphere of reduced pressure of the inside of a chamber 9, melting of the raw material for a crystal is carried out at a heater 2 after that, it is left for a while, and the gas in melting liquid 3 is fully emitted.

[0005] Next, with the same axial center as the support shaft 8, pulling up to hard flow at the rate of predetermined, and making it rotate a shaft 4, after dropping the seed crystal 5 attached at holder 4a, making melting liquid 3 **** and familiarizing seed crystal 5 with melting liquid 3, a single crystal 6 is grown up into the lower limit of seed crystal 5.

[0006] In the case of training of a single crystal 6, in order to form a single crystal 6 into a-less rearrangement first, a seed diaphragm (formation of neck 6a) is performed, and in order to obtain the single crystal 6 of a required diameter by body part 6c after that, shoulder section 6b is raised. ***** is performed in the place which became the diameter for which a single crystal 6 asks, a diameter is fixed, and body part 6c is raised. If body part 6c is raised to predetermined die length, a till diaphragm will be performed in order to separate a single crystal 6 from melting liquid 3 in the state of a non-rearrangement. Then, the single crystal 6 cut off from melting liquid 3 is cooled on condition that predetermined. Thus, the silicon wafer by which processing manufacture was carried out from the obtained single crystal 6 is used as a substrate ingredient of various semiconductor devices.

[0007] In the silicon single crystal which was able to be pulled up through the process mentioned above, the defect called infrared scatterer (COP, FPD), a rearrangement cluster, etc. may exist. These defects were not newly formed in the crystal of subsequent heat treatment, are also called a grown-in defect and are already formed during crystal raising.

[0008] Drawing 5 is the mimetic diagram having shown the general relation of the raising rate and the generating location of a crystal defect at the time of single crystal growth. As shown in drawing 5, inside

the ring field 12 of the oxidation induction stacking fault (OSF:Oxidation-induced Stacking Fault) which is a kind of a heat treatment induction defect, the infrared scatterer 11 of the grown-in defects observed by the evaluation after crystal training is detected, the defect called the rearrangement cluster 14 of the grown-in defects to the outside of the ring field 12 is detected, and the defect-free field 13 exists in the outside close to the stacking-fault ring (R-OSF) 12. Moreover, if it depends for the generating field of R-OSF 12 on the raising rate under single crystal growth and the raising rate is enlarged, the field where R-OSF12 appears moves outside from the inside of a crystal.

[0009] OSF mentioned above It is the dislocation loop of the mold between grids produced at the time of heat-of-combustion processing, and when it generated and grows up to be the wafer front face which is the active region of a device, it becomes the cause of leakage current and becomes the defect which degrades a device property. For this reason, many single crystals comparatively raised at the high-speed raising rate from the former so that the generating location of R-OSF 12 might be distributed over the outermost periphery of a crystal at the time of training of a single crystal were manufactured.

[0010] In the single crystal which distributed the location of these R-OSF 12 over the outermost periphery within the crystal face, although the infrared scatterer 11 exists inside R-OSF12, manufacture of the wafer for device formation is enabled by controlling the size and consistency. Furthermore, it is the description that it is cheaply producible and, so, this type of wafer is used by many memory-manufacturers.

[0011] Moreover, the one where the property within a wafer side is more uniform is easy for production of a chip, and in some by which R-OSF 12 exists in the inside field within the crystal face, since quality differs bordering on R-OSF 12 as described above, there is also a problem to which the manufacture yield of a device falls. Therefore, as for the wafer which distributed the location of R-OSF 12 over the outermost periphery of a crystal, current is in use. Then, various approaches are proposed in order to control the location of this R-OSF 12 on the outside within the crystal face.

[0012] For example, in the patent No. 2800482 official report, raising equipment is improved, the raising rate of a single crystal is specified within the limits of 0.8 - 1.1mm/min, the cooling rate of the single crystal itself is made late, and generation of the stacking fault inside single crystal and/or a minute defect is inhibited effectively, and it is R-OSF. Generating is also inhibited and the manufacture approach of the silicon single crystal which can also prevent the fall of an oxide-film proof-pressure property further is indicated.

[0013] Moreover, it sets in a publication-number No. 157995 [11 to] official report. It is R-OSF too. In order to control a generating location, the raising rate at the time of single crystal growth (V), It is R-OSF by controlling appropriately the ratio of inclination (G), and V/G value (mm²/^{**} and min) whenever [crystal internal temperature / of raising shaft orientations]. A radius can be defined almost uniquely and it is R-OSF. It is indicated that a generating field can be adjusted.

[0014]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, corresponding to high integration of a semiconductor device in recent years, low-cost-izing, and the increase in efficiency of productivity, diameter-ization of macrostomia is demanded also for the silicon wafer, and, recently, manufacture of the silicon single crystal of the diameter of macrostomia more than the diameter of about 12 inches (300mm) is desired, for example. Although control of V/G value which was described above was comparatively easy and it was possible to have set the generating field of R-OSF 12 to the outside of the crystal face in the equipment conditions of arbitration when the diameter manufactured the single crystal 200mm or less like before Manufacture of the silicon single crystal with a diameter of 300mm or more produced the technical problem that it became difficult to pull up in order to make the generating field of R-OSF 12 into the outside of the crystal face, and to set up a rate more than constant value.

[0015] If this is because it becomes impossible to gather a raising rate (V value) to a certain single crystal raising equipment (for G to be decided at this time) beyond a certain value, that is, the diameter of a single crystal increases Although heat release will be proportional to increase of the diameter of a single crystal linearly since the surface area of a growth single crystal increases linearly Since a single crystal core becomes is hard to be cooled and the maximum rate of crystal growth becomes small, it becomes impossible to gather a raising rate beyond a certain value, since the heat capacity of a single crystal is proportional to the single crystal-sized volume proportional to the square of the diameter of a single crystal. Since a single crystal becomes with diameter[of macrostomia]-izing of the diameter of a single crystal that it is hard to be cooled remarkably, when R-OSF 12 tends to be pulled up so that it may be located in the outside of the crystal face and it is going to gather a rate, it becomes impossible thus, to maintain the predetermined diameter of a single crystal.

[0016] that is, the single crystal which be able to be pulled up be R-OSF, although it be desirable to carry out the shape of a beautiful cylindrical shape as showed in drawing 6 (b). when it pulled up in order to have make it locate in the outside of the crystal face, and the rate be gathered, as showed in (a), winding (it be also call torsion) be produced in the single crystal, and it be easy to become a distorted configuration, and the symptom which manufacture of a wafer not only become difficult, but cause trouble to the crystal growth itself in a back process be saw frequently.

[0017] this invention be R-OSF even if it be the case where it be make in view of the above-mentioned technical problem, and the silicon single crystal of the diameter of macrostomia be raise. it aim at offer the manufacture approach of the silicon single crystal which used the silicon single crystal raising equipment which can gather the raising rate of a single crystal so that it may come to the periphery section within the crystal face where a generating location intersect perpendicularly to the raising direction, and this equipment, and a silicon single crystal.

[0018]

[The means for solving a technical problem and its effectiveness] In order to attain the above-mentioned purpose, the silicon single crystal raising equipment concerning this invention is characterized by the bore of a heater and the ratio of height which are arranged around crucible being 1.5 or more in the silicon single crystal raising equipment to which a diameter manufactures a silicon single crystal 300mm or more by the CZ process.

[0019] According to the above-mentioned silicon single crystal raising equipment, the bore of a heater can be relatively large compared with height, and the radial temperature gradient of melting liquid can be increased. That is, increase of the radial temperature gradient of melting liquid leads to the increment in whenever [supercooling / of melting liquid], and can enlarge the rate of crystal growth by the increment in whenever [this supercooling]. Moreover, it is R-OSF, without causing a cost rise, since what is necessary is just to change the ratio of the bore of a heater, and height compared with conventional equipment. The good silicon single crystal of the diameter of macrostomia located in the periphery section within the crystal face where a generating location intersects perpendicularly to the raising direction can be pulled up.

[0020] Moreover, the manufacture approach of the silicon single crystal concerning this invention uses said silicon single crystal raising equipment, and is characterized by pulling up a silicon single crystal so that the bore of the oxidation induction stacking-fault ring which appears in the single crystal side which intersects perpendicularly to the raising direction may make it located in 93% or more of location of the diameter of a single crystal.

[0021] Since said silicon single crystal raising equipment is used according to the manufacture approach of the above-mentioned silicon single crystal, even if it gathers a single crystal growth rate, winding etc. is not produced in a single crystal, and it is R-OSF. The crystal quality within the single crystal side which intersects perpendicularly to the raising direction by pulling up a single crystal so that a bore may be located in 93% or more of location of the diameter of a single crystal can manufacture the silicon single crystal of the uniform diameter of macrostomia.

[0022] Moreover, the diameter of a silicon single crystal is 300mm or more, and the silicon single crystal concerning this invention is characterized by the bore of the oxidation induction stacking fault which appears in the shape of a ring in the single crystal side which intersects perpendicularly to the raising direction being 93% or more of a diameter of a single crystal. According to the above-mentioned silicon single crystal, it also sets to the single crystal of the diameter of macrostomia, and is R-OSF to the inside field within the crystal face. Since it does not exist, the quality of the crystal face can produce a uniform silicon wafer, the manufacture yield of a device can be raised, and a cheaper silicon wafer can be offered.

[0023]

[Embodiment of the Invention] The manufacture approach of the silicon single crystal which used the silicon single crystal raising equipment concerning this invention and this equipment hereafter, and the gestalt of operation of a silicon single crystal are explained based on a drawing.

[0024] The silicon single crystal raising equipment concerning the gestalt of operation If the point of changing the bore of a heater and the ratio of height on the assumption that raising of the diameter single crystal of macrostomia with a diameter of 300mm or more is removed It is constituted like the conventional single crystal raising equipment shown in drawing 6, and the sign same about the components which have the same function is attached, and the explanation is omitted, and suppose that only the part relevant to a heater is explained here.

[0025] Drawing 1 is the sectional view having shown typically the important section of the silicon single crystal raising equipment concerning the gestalt of operation. The heater 20 is arranged on the outside of

crucible 1, and the bore ϕ of a heater 20 and the ratio (heater aspect ratio: ϕ/h) of height h are set or more to 1.5. The maximum rate of crystal growth cannot be gathered as a heater aspect ratio is less than 1.5, and R-OSF 12 (drawing 5) which appears in the crystal face which intersects perpendicularly to the raising direction of the obtained silicon single crystal 6 is located in the inside field within the crystal face, and cannot obtain the uniform silicon wafer of quality.

[0026] moreover, the approach adjustment of a heater aspect ratio adjusts the bore ϕ of a heater 20, the method of adjusting height h of a heater 20, and the method of adjusting both bore ϕ of a heater 20, and height h -- what is necessary is for any to be sufficient and just to choose the adjustment approach suitable for the raising equipment of arbitration

[0027] According to the above-mentioned silicon single crystal raising equipment, the bore ϕ of a heater 20 can be relatively large compared with height h of a heater 20, and the radial temperature gradient of melting liquid 3 can be increased. That is, increase of a radial temperature gradient leads to the increment in whenever [supercooling / of melting liquid 3], and can enlarge the rate of crystal growth by the increment in whenever [this supercooling]. Moreover, it is R-OSF, without causing a cost rise, since what is necessary is just to change the ratio of the bore ϕ of a heater 20, and height h compared with conventional equipment. The good silicon single crystal of the diameter of macrostomia which comes to the periphery section within the crystal face where a generating location intersects perpendicularly to the raising direction can be pulled up.

[0028] Next, the manufacture approach of the silicon single crystal using the silicon single crystal raising equipment concerning the gestalt of the above-mentioned implementation is explained. The phase which can perform the manufacture approach of the silicon single crystal concerning the gestalt of operation by the approach explained by the term of a "Prior art" and the same approach, and forms body part 6c here is mainly explained.

[0029] Seed crystal 5 is pulled up at the rate of predetermined, in order to form a silicon single crystal 6 into a-less rearrangement, a seed diaphragm (formation of neck 6a) is performed, shoulder section 6b into which a silicon single crystal 6 is grown up to a predetermined path (about 12 inches) is formed after that, and they are after that and R-OSF. Controlling [pull up so that a bore may be located in 93% or more of the diameter of a single crystal, and] a rate, a silicon single crystal 6 is pulled up and body part 6c is formed. If body part 6c is raised to predetermined die length, a till diaphragm will be performed in order to separate a silicon single crystal 6 from melting liquid 3 in the state of a non-rearrangement. Then, the silicon single crystal 6 cut off from melting liquid 3 is cooled on condition that predetermined.

[0030] It is desirable to pull up a silicon single crystal 6 in the range of 0.6 - 1 mm/min as a raising rate at the time of forming body part 6c. It is R-OSF when a raising rate exceeds 1 mm/min. Since the consistency and size of infrared scatterer which are the minute defect produced inside become large and an oxide-film proof-pressure property is degraded, it is not desirable. Moreover, it is R-OSF if a raising rate does not reach 0.6 mm/min. Generate to the inside field within the crystal face, and it becomes impossible to obtain the uniform good silicon wafer of quality, and is not desirable.

[0031] From using the silicon single crystal raising equipment with which the bore ϕ of a heater 20 and the ratio (ϕ/h) of height h were set or more to 1.5 according to the manufacture approach of the above-mentioned silicon single crystal By pulling up a silicon single crystal 6 so that winding etc. may not be produced in a silicon single crystal 6 and the bore of R-OSF 12 may be located in 93% or more of location of the diameter of a single crystal even if it gathers the rate of crystal growth The crystal quality within the single crystal side which intersects perpendicularly to the raising direction can manufacture the silicon single crystal of the uniform diameter of macrostomia.

[0032] Moreover, according to the silicon single crystal 6 obtained by the manufacture approach concerning the gestalt of the above-mentioned implementation R-OSF produced in the crystal face which intersects perpendicularly to the raising direction even if a diameter is 300mm or more A bore can be made into 93% or more of the diameter of a crystal. It also sets to the single crystal of the diameter of macrostomia, and is R-OSF to the inside field within the crystal face. Without existing The quality of the crystal face can produce a silicon wafer with a uniform diameter of 300mm or more, the manufacture yield of a device can be raised, and a cheaper silicon wafer can be offered.

[0033]

[Working Example(s) and Comparative Example(s)] Hereafter, the manufacture approach of the silicon single crystal by the silicon single crystal raising equipment and this equipment concerning an example and a silicon single crystal are explained. The example and the example of a comparison raised the single crystal using that by which only the heater 20 in equipment changed the heater aspect ratio (bore ϕ / height h)

using the silicon single crystal raising equipment concerning the gestalt of the above-mentioned implementation. Below, raising conditions are shown.

[0034]

[実施例 1、2 及び比較例 1、2 に共通の条件]

原料シリコンの仕込み量 : 200Kg

チャンバ内の雰囲気 : Ar 雰囲気

Ar の流量 : 100リットル/分

炉内圧力 : 400Pa

石英坩堝の内径 : 26インチ

引き上げる単結晶の形状

直径 : 310mm

[0035] The bore, height, and heater aspect ratio of the heater 20 in examples 1 and 2 and the examples 1 and 2 of a comparison are shown in the following table 1.

[0036]

[Table 1]

	比較例 1	比較例 2	実施例 1	実施例 2
ヒータの内径 (mm)	710	710	710	710
ヒータの高さ (mm)	590	510	470	420
ヒータアスペクト比	1.2	1.4	1.5	1.7

[0037] For drawing 2, a heater aspect ratio is the maximum rate of crystal growth and R-OSF. The effect which it has on a generating location is shown. As for the case of the examples 1 and 2 of a comparison with a heater aspect ratio smaller than 1.5, the maximum rate of crystal growth is small rather than the case of examples 1 and 2.

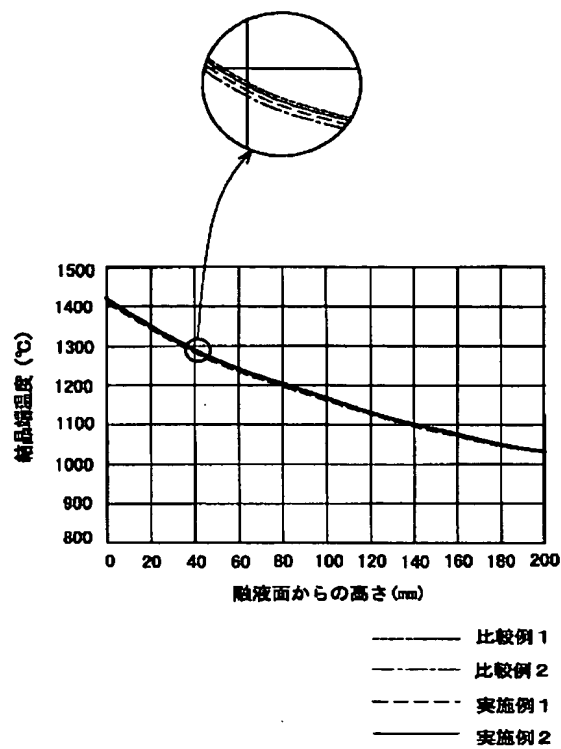
[0038] Moreover, R-OSF in the examples 1 and 2 of a comparison It turns out that the generating location (it observes with an X-ray topograph photograph after applying Cu to the wafer of an As grown condition, then heat-treating at 900 degrees C and actualizing each defective field) is generated in the inside within the crystal face compared with the case of examples 1 and 2.

[0039] R-OSF which exists in the crystal face which the rate of crystal growth can be enlarged, so that a heater aspect ratio will be enlarged from now on, and intersects perpendicularly to the raising direction It turns out that a location can be moved outside. Moreover, R-OSF In order to carry out to 93% or more of the diameter of a crystal aiming at a generating location, it turns out that a heater aspect ratio is [1.5 or more] required.

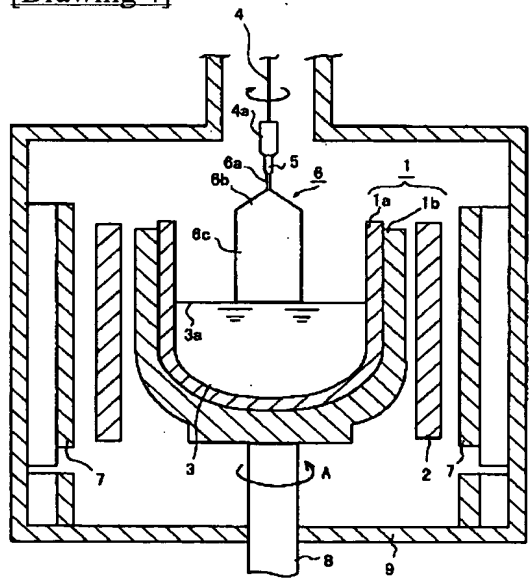
[0040] Moreover, drawing 3 shows the result which pulled up with the heater aspect ratio in an example and the example of a comparison, and carried out simulation count by the heat-transfer-analysis program about the crystal edge temperature of shaft orientations. It pulls up, even if the examples 1 and 2 of a comparison and examples 1 and 2 change a heater aspect ratio, and there is no difference in the crystal edge temperature distribution over shaft orientations, and it turns out that heat-of-crystallization hysteresis (that is, temperature gradient about raising shaft orientations) is not changing. It means that a temperature gradient can increase only the rate of crystal growth, without changing even if this increases a heater aspect ratio, and is R-OSF. V/which determines a generating location G value is enlarged and it is R-OSF. It is shown that a generating location can be limited to the periphery section of the crystal face.

[0041] R-OSF generated in the crystal face which can enlarge the rate of crystal growth and intersects perpendicularly to the raising direction according to the above-mentioned example by making or more into 1.5 the aspect ratio of the heater used in the single crystal raising equipment which pulls up the silicon single crystal of the diameter of macrostomia The bore was able to prove the thing of the diameter of a crystal for which a certain silicon single crystal can be manufactured 93% or more.

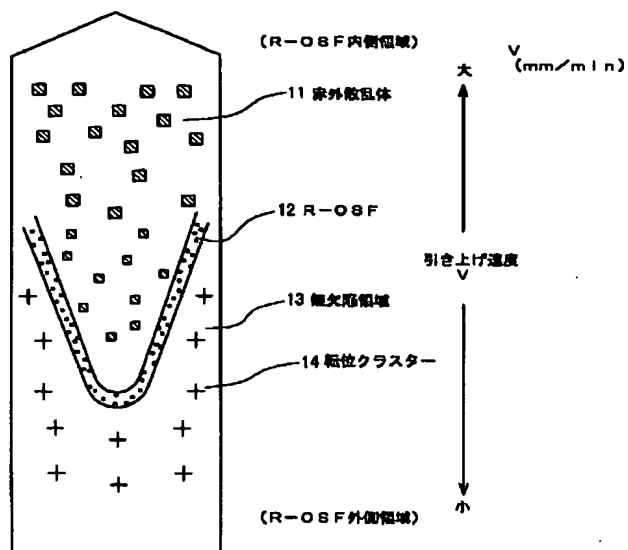
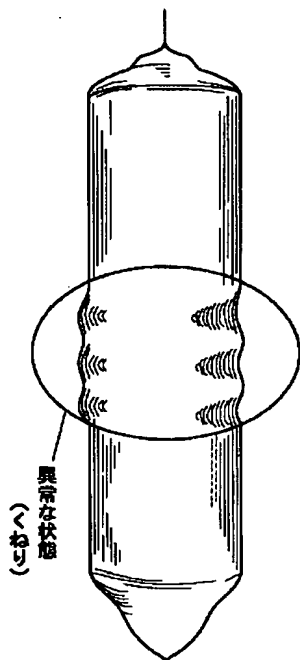
[Translation done.]



[Drawing 4]



[Drawing 5]

[Drawing 6]
(a)

(b)



[Translation done.]